

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN**

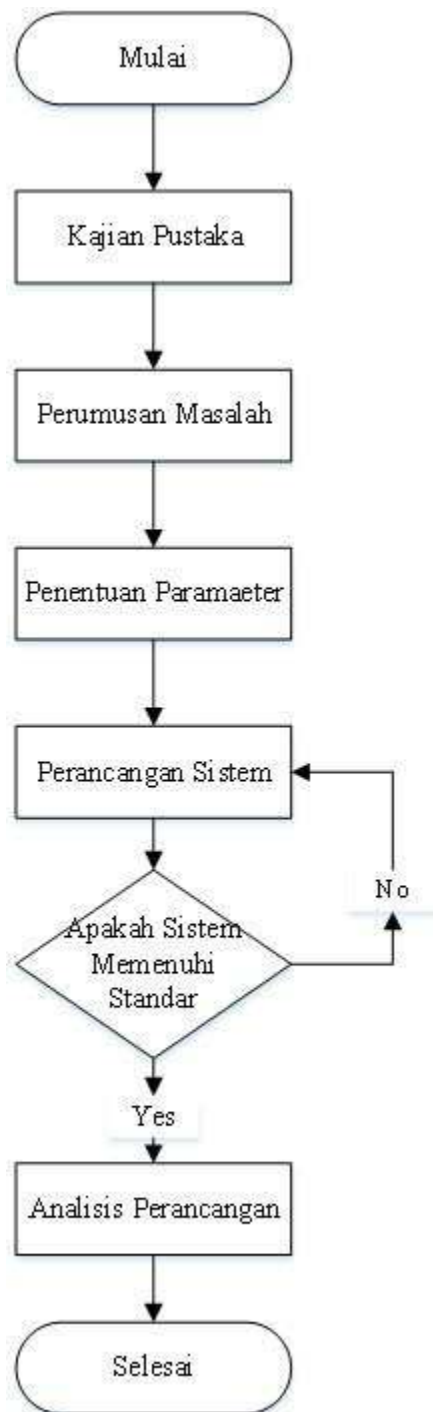
Penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan pemodelan sebagai media untuk menganalisis unjuk kerja dari sistem DCF dalam rencana mengatasi permasalahan dispersi yang menyebabkan interferensi pada sistem DWDM. Media yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *software Optisystem, Microsoft Excel* dan *software Matlab*.

Perancangan sistem pada penelitian ini akan disimulasikan melalui *software Optisystem*. *Optisystem* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat simulasi perancangan jaringan komunikasi serat optik. Dengan menggunakan software ini peneliti bisa melakukan bentuk simulasi tanpa membangun sistem nyata guna mengetahui kualitas pada sistem jaringan yang akan dibuat. Analisis didapatkan dari nilai pada pengukuran parameter *BER dan Q-Factor*.

Analisis dari data hasil pengujian perancangan terhadap sistem akan dilakukan dengan *Microsoft Excel*. Pembuatan hasil data bisa diperoleh dari parameter yang telah diuji berdasarkan variabel yang sudah ditentukan. Pembuatan diagram grafik dilakukan dengan menggunakan *software Matlab* dari hasil *Microsoft Excel* untuk melakukan analisis dan mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.

#### **3.2 ALUR PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu dimulai dengan membuat kajian pustaka, perumusan masalah, tahapan penentuan parameter sistem yang akan digunakan pada sistem, perancangan menggunakan *Optisystem*, serta tahapan membuat analisis dari hasil pengujian sistem dan membuat kesimpulan dari hasil analisis dari simulasi yang telah dilakukan.



**Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.**

Penelitian akan dilakukan dengan cara meninjau pustaka agar dapat menemukan konsep permasalahan penelitian yang sudah ada sebelumnya. Kajian

pustaka berguna untuk menemukan kelemahan dari masing-masing penelitian yang sudah dilakukan, kemudian dapat dianalisis dan sebagai acuan penelitian. Kajian pustaka bertujuan untuk membedakan penelitian sebelumnya baik tentang metode, parameter, serta analisis dari rancangan sistem.

Perumusan masalah dilakukan sesudah mendapatkan hasil gagasan dari kajian pustaka. Perumusan masalah dilakukan agar mendapatkan permasalahan yang akan dianalisis. Tujuan dari perumusan masalah yaitu untuk menentukan permasalahan pada penggunaan DCF yang akan menjadi acuan untuk perancangan sistem, analisis penelitian, serta kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Penentuan parameter sistem berguna untuk memperoleh nilai yang diperlukan saat penelitian. Parameter yang digunakan diantaranya *Q-Factor* dan BER yang digunakan untuk mengukur sistem dan analisis terhadap hasil pengukuran.

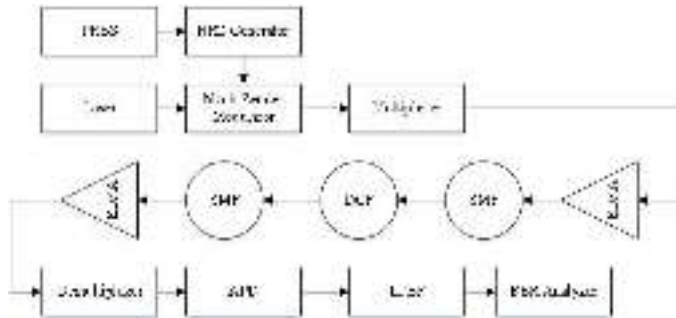
Perancangan sistem dilakukan dengan cara simulasi pada *Optisystem*. *Optisystem* merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat simulasi perancangan sebuah sistem komunikasi serat optik. Perancangan sistem dilakukan sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditentukan dan sesuai dengan hasil yang didapatkan sebagai bahan yang akan dianalisis.

Analisis dilakukan terhadap hasil simulasi yang sudah didapatkan untuk mengetahui performansi dari rangkaian yang telah dibuat. Analisis dibuat dari rumusan masalah dan dari hasil simulasi yang didapat, seperti parameter BER dan *Q-Factor*. Dengan melihat hasil parameter tersebut maka dapat diketahui performansi pada sistem yang telah disimulasikan.

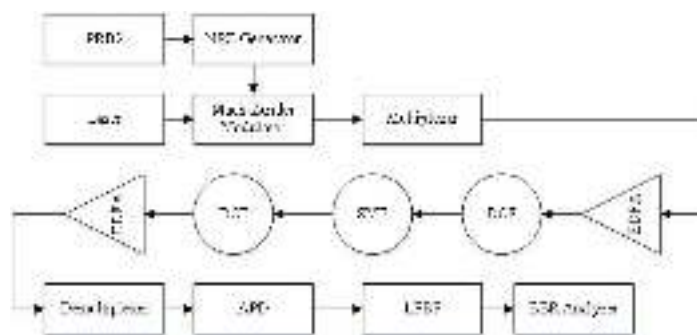
Kesimpulan dilakukan guna mendapatkan jawaban dari hasil rumusan masalah yang telah dilakukan. Kesimpulan didapatkan dari hasil yang sudah dianalisis yang dilakukan terhadap parameter BER dan *Q-Factor* pada simulasi sehingga dapat diketahui kualitas dari unjuk kerja pada sistem.

### 3.3 BLOK DIAGRAM SISTEM

Pada penelitian ini akan menggunakan 2 rangkaian sistem yang digunakan untuk peletakan DCF. Sistem DWDM terdiri dari blok pengirim, blok transmisi dan blok penerima.



Gambar 3. 2 Blok Diagram Rangkaian Symmetrical Compensation Type A.

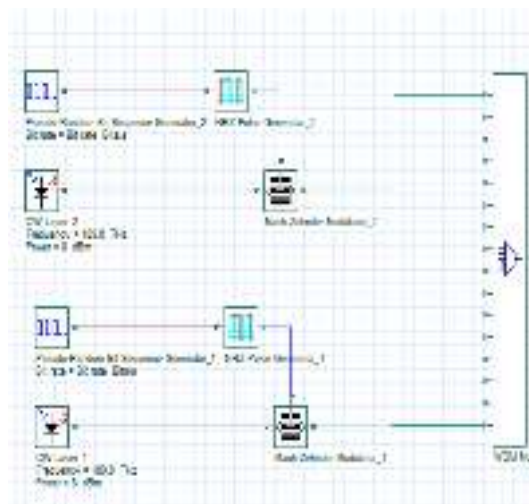


Gambar 3. 3 Blok Diagram Rangkaian Symmetrical Compensation Type B.

Pada bagian pengirim menggunakan inputan berupa CW laser sebagai sumber daya. *Pseudo Random Bit Sequence* (PRBS) adalah komponen yang menghasilkan bit informasi berupa sinyal elektrik yang akan dikirimkan pada serat optik. Kemudian sinyal tersebut akan dirubah dengan pengkodean *Non Return Zero* (NRZ) pada NRZ Generator. Kemudian sinyal optik akan dimodulasikan di Mach Zender Modulator untuk ditransmisikan dan dirubah dari semula sinyal elektrik kedalam bentuk sinyal optik. Sinyal-sinyal dari tiap kanal sejumlah 16 kanal dengan spasi kanal 200 GHz (1,6 nm) yang akan digabungkan oleh multiplexer kemudian ditransmisikan melalui serat optik yang berjarak 1050 km dengan laju kecepatan 80 Gbps pada tiap kanal. Pada bagian transmisi yaitu membandingkan 4 skema peletakan DCF yaitu *Pre*

*Compensation* menggunakan susunan DCF yang diletakan sebelum SMF dan EDFA diletakkan setelah SMF, untuk rangkaian *Post Compensation* menggunakan susunan DCF sesudah SMF dan EDFA diletakan setelah DCF, untuk rangkaian *Paralel Compensation* dimana SMF diletakan antara DCF namun disusun paralel dan EDFA diletakan sesudah DCF, dan untuk rangkaian *Symetrical Compensation* menggunakan DCF ditiap sisi dan SMF diletakan diantar DCF sementara EDFA diletakan sesudah DCF. Pada sisi penerima sinyal yang telah ditransmisikan kemudian akan dipecah kembali oleh demultiplexer yang kemudian dikirim sesuai dengan tujuannya kepada tiap kanal masing-masing dan diterima *Photodetector*. Sinyal optik akan diubah kembali menjadi sinyal elektrik pada *Photodetector*. Pada *receiver* menggunakan *Low Pass Bassel Filter* yang berguna sebagai penyaring *noise* pada sinyal yang telah ditransmisikan. BER *Analyzer* digunakan untuk menampilkan hasil dari simulasi berdasarkan nilai yang didapat dari BER dan *Q-Factor*.

### 3.3.1 Spesifikasi Blok Pengirim



**Gambar 3. 4 Blok Pengirim.**

Perancangan sistem diaplikasikan dengan menggunakan 16 kanal, menggunakan kecepatan data sebesar 40 Gbps pada masing-masing kanalnya. Menggunakan spasi jarak sebesar 200 GHz pada rentang frekuensi sebesar 189.6 –

191.1 THz. Pada gambar 3.4 menampilkan perangkat transmitter dengan menerapkan metode modulasi eksternal pada software optimasi optisystem. CW yang berfungsi sebagai sumber cahaya, PRBS sebagai pengirim informasi, kemudian NRZ Generator untuk pengkodean NRZ, dan Marc-Zender Modulator untuk modulasi sinyal. Pada sisi *multiplexer* menggunakan nilai *insertin loss* senilai 5 dB, yang diberikan sesuai dengan data sheet spesifikasi perangkat yang digunakan. Pengujian sistem dilakukan dengan daya pada CW Laser sebesar 8 dBm. Spesifikasi dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3. 1 Spesifikasi Blok Pengiriman**

Perangkat	Parameter	Nilai	Satuan
WDM MUX	<i>Input Port</i>	16	-
	<i>Channel spacing</i>	200	GHz
	<i>Insertion Loss</i>	4,8	dB
	<i>Channel Frequency</i>	193,1 - 196,1	THz
	<i>Input Power</i>	8	dBm
	<i>Bit Rte</i>	40	Gbps

### 3.3.2 Spesifikasi Blok Transmisi

Sistem transmisi terdiri dari *Singlemode Fiber (SMF)*, *Dispersion Compensating Fiber (DCF)*, dan Penguat *Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA)*. Pada serat bagian SMF memiliki jarak 700 km, dengan nilai dispersi 18,5 ps/nm×km, dispersi *slope* 0,06 ps/nm×km, dan nilai *attenuation* 0,187 Db/km. Untuk serat kompensator DCF memiliki nilai dispersi senilai -37 ps/nm×km, dispersi *slope* sebesar -0,12 ps/nm×km, dan nilai redaman sebesar 0,24 dB. Untuk mendapatkan panjang DCF bisa didapatkan menggunakan rumus:

$$D_{TF} \times L_{TF} + D_{DCF} \times L_{DCF} = 0 \quad (3.1).$$

Dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan sebelumnya, maka diperoleh panjang kabel yang dibutuhkan untuk optimasinya, yaitu :

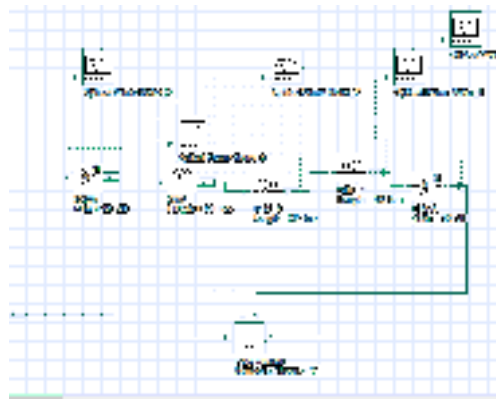
$$D_{TF} \times L_{TF} + D_{DCF} \times L_{DCF} = 0$$

$$18,5 \times 150 + (-37) \times L = 0$$

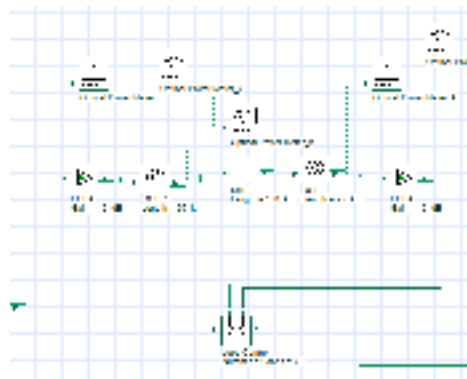
$$2775 + (-37) \times L = 0$$

$$L = 50 \text{ km}$$

Untuk mendapatkan hasil dispersi yang bernilai 0, maka panjang kabel yang digunakan yaitu 150 km yang di Loop-kan sebanyak 7 kali dengan nilai dispersi  $-37 \text{ ps/nm} \times \text{km}$ . Perancangan DCF dilakukan terhadap penggunaan dua skema yang berbeda, yaitu *Symmetrical Compensation type-A* dan *Symmetrical Compensation type-B*. Pada skema *Symmetrical Compensation type-A* menggunakan DCF 50 km yang diletakan diantara transmisi serat optik. Sedangkan *Symmetrical Compensation type-B* menggunakan dispersi sepanjang 25 km yang diletakan sebelum transmisi serat optik dan sesudah transmisi serat optik yang masing-masing bernilai 25 km.



**Gambar 3. 5** Blok Transmisi Skema *Symmetrical Compensation type-A*.



**Gambar 3. 6** Blok Transmisi Skema *Symmetrical Compensation type-B*.

Pada gambar 3.5 menunjukkan blok sistem transmisi dari rangkaian Blok Transmisi Skema *Symmetrical Compensation type-A* yang menggunakan panjang DCF 50 km dengan nilai dispersi  $-37 \text{ ps/nm} \times \text{km}$  yang diletakan diantara transmisi serat

optik, selanjutnya akan dilakukan LOOP sebanyak 7x yang berfungsi untuk mengkali skema agar jarak total menjadi 1050 km. Kemudian pada gambar 3.6 menampilkan Skema *Symmetrical Compensation type-B* dengan menggunakan panjang DCF yang dibagi menjadi 2, menjadi 25km tiap DCF-nya yang diletakan sebelum dan sesudah transmisi serat optik dengan nilai dispersi  $-37 \text{ ps/nm}\times\text{km}$ , selanjutnya akan dilakukan LOOP sebanyak 7x yang berfungsi untuk mengkali skema agar jarak total menjadi 1050 km.

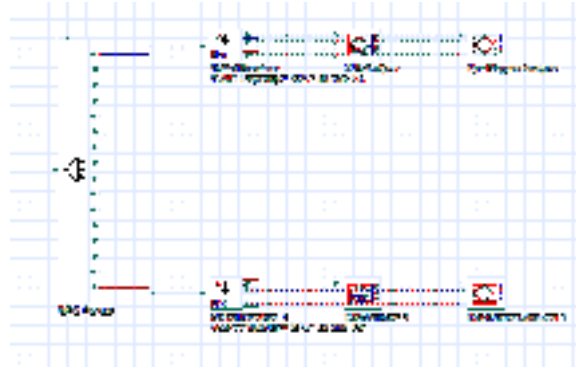
Penguatan EDFA yang digunakan menggunakan dua skema yaitu Booster Amplifier dan Pre Amplifier. Hal tersebut dilakukan untuk mengatasi pelemahan sinyal karena jarak yang digunakan pada sistem cukup panjang. Spesifikasi yang digunakan pada EDFA diambil dari percobaan yang dilakukan berulang-ulang kali demi mendapatkan nilai gain EDFA yang sesuai. Setelah itu didapatkan nilai gain EDFA sebesar 32 dB yang dibagi menjadi dua skema sehingga tiap EDFA pada satu rangkaian bernilai 16 dB, kemudian diLOOP sebanyak 7 kali yang kemudian total nilai gain pada EDFA bernilai 224 dB. Spesifikasi blok dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3. 2 Spesifikasi Blok Transmisi.**

Perangkat	Parameter	Nilai	Satuan
Single Mode Fiber (SMF)	Length	100	Km
	Attenuation	0,187	dB
	Dispersion	18,5	ps/nm $\times$ km
	Dispersion Slope	0,06	ps/nm <sup>2</sup> $\times$ km
Perangkat	Parameter	Nilai	Satuan
Dispersion Compensating Fiber (DCF)	Length	50	Km
	Attenuation	0,24	dB
	Dispersion	-37	ps/nm $\times$ km
	Dispersion Slope	-0,12	ps/nm <sup>2</sup> $\times$ km
Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA)	Gain	Boster Amplifier	16
		Pre Amplifier	16
	Noise Figure	4	dB



### 3.3.3 Spesifikasi Blok Penerima



Gambar 3. 7 Blok Transmisi Penerima.

Pada gambar 3.7 menampilkan blok penerima dari rancangan sistem yang terdiri dari *demultiplexer* dengan jumlah keluaran 16 kanal dengan menggunakan *insertion loss* 4,7 dB. *Optical Receiver* digunakan untuk mendeteksi sinyal di setiap kanal dengan nilai *responsivity* sebesar A/W dan gain sebesar dB. Tabel 3.3 menunjukkan spesifikasi blok penerima pada perancangan sistem.

Tabel 3. 3 Spesifikasi Blok Transmisi Penerima.

Perangkat	Parameter	Nilai	Satuan
Single Mode Fiber (SMF)	Channel Spacing	100	GHz
	Output Port Mux	16	-
	Insertion Loss	4,7	dB
APD	Responsivity	1	A/W
	Gain	3	dB

### 3.4 SKENARIO PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk membahas mengenai kinerja pada sistem DWDM berdasarkan peletakan DCF untuk mengatasi dispersi. Pemodelan sistem yang dilakukan menggunakan 16 kanal DWDM dengan memakai kecepatan pada masing-masing kanal 40 Gbps. Dan variasi spasi kanal yang dilakukan sebesar 25, 50, 100, dan 200 GHz, serta melakukan variasi daya *CW Laser* sebesar 0, 2, 4, 6, dan 8 dBm pada spasi kanal 100 GHz. Pada sumber laser menggunakan *CW Laser* dan pada sisi penerima menggunakan APD. Pada sisi menggunakan kabel SMF dengan panjang 100

km dengan serat DCF sepanjang 50 km, serta menggunakan EDFA sebagai penguatnya. Penelitian menggunakan 2 skenario yaitu *Symmetrical Compensation type-A* dan *Symmetrical Compensation type-B*. skenario tersebut disimulasikan menggunakan *software optisystem 7*. Melalui penelitian ini diharapkan mapu menganalisis serta memperoleh hasil kinerja dari sistem pada parameter *Q-factor* dan BER.

